



## **TUGAS AKHIR**

### **TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN**

#### **ANALISIS KAPASITAS MAKSIMUM *HEAVY LIFTING* UNTUK MODUL *ELECTRICAL HOUSE* PADA *DECOMMISSIONING* STUDI KASUS: FPSO NINGALOO VISION**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun oleh:

Amtsal Muzakky  
40040422650027

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2026**

*To my family, especially my mother, and my friends.  
Thanks for everything.  
I Dedicate this final project to all of you.*

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Amtsal Muzakky  
NIM : 40040422650027  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan  
Judul Tugas Akhir : Analisis Kapasitas Maksimum *Heavy Lifting* untuk Modul *Electrical House* pada *Decommissioning*. Studi Kasus: FPSO Ningaloo Vision

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, dan pemaparan asli saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena Tugas Akhir ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demiikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Semarang, 05 Maret 2026  
Pembuat pernyataan,



**AMTSAL MUZAKKY**  
**NIM. 40040422650027**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KAPASITAS MAKSIMUM *HEAVY LIFTING* UNTUK MODUL  
*ELECTRICAL HOUSE* PADA *DECOMMISSIONING*  
STUDI KASUS: FPSO NINGALOO VISION**

Tugas Akhir diajukan kepada  
Program Studi Sarjana Teapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan  
Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Oleh:

Amtsai Muzakky  
40040422650027

Diajukan pada  
Seminar Hasil Tugas Akhir  
Tanggal 17 Juni 2026

Dinyatakan Lulus/Tidak Lulus  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T.

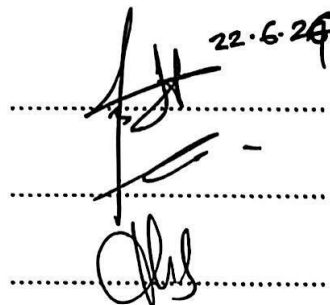
Pembimbing

Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.


Penguji 1

Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T.

Penguji 2

22.6.26  


Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

  
Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.  
NIP. 197008271999031002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

Proses *decommissioning feasible* (FPSO) memerlukan perencanaan teknis yang matang, terutama pada operasi *heavy lifting* modul *topside*. Salah satu komponen kritis adalah *Electrical Switchgear Module (E-House)* yang memiliki berat besar dan distribusi massa kompleks, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kegagalan *lifting* apabila tidak dirancang dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas maksimum *lifting*, menentukan konfigurasi *rigging* yang optimal, serta mengembangkan metode perhitungan berbasis parameter modul yang dapat digunakan secara umum.

Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif berbasis perhitungan teknik dengan pendekatan pembebanan statis. Berdasarkan data, berat modul sebesar 303,281 ton dengan *allowance* 5% menghasilkan *design load* sebesar 334,367 ton. Analisis dilakukan terhadap distribusi beban pada *slings*, pengaruh sudut *slings*, serta evaluasi kapasitas *crane* pada skenario *single crane* dan *dual crane*. Selain itu, dilakukan perbandingan beberapa konfigurasi *rigging* untuk menentukan kondisi paling aman dan efisien.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut *slings* menjadi parameter paling sensitif terhadap peningkatan gaya tarik. Konfigurasi *single crane* dengan *spreader bar* memberikan performa terbaik dalam menjaga stabilitas dan distribusi beban. Penelitian ini juga menghasilkan metode perhitungan yang bersifat fleksibel dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan *lifting* pada modul FPSO sejenis.

Kata kunci: *Decommissioning, Heavy Lifting, FPSO, Rigging, Kapasitas Crane, Sudut Slings*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRACT

*The decommissioning process of Floating Production Storage and Offloading (FPSO) requires thorough technical planning, particularly in heavy lifting operations of topside modules. One critical component is the Electrical Switchgear Module (E-House), which has a large weight and complex mass distribution, posing significant risks if lifting is not properly designed. This study aims to analyze the maximum lifting capacity, determine the optimal rigging configuration, and develop a parameter-based calculation method applicable to similar cases.*

*This research employs a quantitative engineering approach based on static load analysis. The module weight of 303.281 tons with a 5% allowance results in a design load of 334.367 tons. The analysis covers load distribution on slings, the effect of sling angles, and crane capacity evaluation under single and dual crane scenarios. Several rigging configurations are also compared to identify the safest and most efficient setup.*

*The results indicate that sling angle is the most sensitive parameter affecting tensile force. The single crane configuration with a spreader bar provides the most optimal performance in terms of stability and load distribution. Furthermore, this study proposes a flexible calculation method that can serve as a reference for lifting planning in similar FPSO modules.*

*Keywords: Decommissioning, Heavy Lifting, FPSO, Rigging, Crane Capacity, Sling Angle*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat-Nya, Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kapasitas Maksimum *Heavy Lifting* Untuk Modul *Electrical House* Pada *Decommissioning* Studi Kasus: FPSO Ningaloo Vision” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

1. Bapak Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T. selaku Dosen Wali serta Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mendampingi penulis dan berkenan meluangkan waktu, memotivasi dan membagikan ilmunya dalam membimbing selama masa kuliah dan pengerjaan Tugas Akhir. selama menjadi mahasiswa di perkuliahan.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan dedikasinya untuk mendidik penulis dengan penuh rasa sabar, ikhlas, sehingga ilmu yang penulis dapatkan bisa menjadi ilmu yang bermanfaat.
4. Ibu Ratna Mufidah, selaku Ibu dari penulis, atas dukungan penuh, doa, serta keteladanan dalam pendidikan dan kehidupan. Dukungan beliau menjadi fondasi utama bagi penulis dalam menempuh dan menyelesaikan studi ini.
5. Kakak pertama dan kedua penulis, Wahyu Maulana Mardha dan Ruhul Millah yang telah memberikan semangat, dorongan, dan dukungan kepada penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Dea Vanny Pratiwi selaku pelengkap dan pendukung bagi penulis, yang telah mendampingi selama masa perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
7. Sahabat seperjuangan Kapal 22 (*Naval Architecture Sahitya Adhigana*) yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya, terimakasih semua, semoga kita semua sukses.
8. Real Madrid sebagai klub sepak bola yang telah menjadi sumber motivasi dan kebanggaan. Klub ini, dengan sejarah yang panjang dan penuh prestasi, telah memberikan banyak pelajaran tentang dedikasi, kerja keras, dan semangat juang.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa meskipun sudah berusaha semaksimal mungkin, Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap agar tulisan ini tidak hanya menjadi catatan akhir akademis semata, namun juga dapat memberikan inspirasi bagi dunia pendidikan dan perkembangan teknologi di masa depan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, khususnya yang berkecimpung dalam bidang yang relevan.

Semarang, 30 Januari 2026

Amtsal Muzakky

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR ISTILAH .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Hipotesis Penelitian .....	3
1.7 Luaran Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Decommissioning</i> .....	5
2.1.1 <i>Decommissioning</i> FPSO.....	5
2.1.2 Tahapan <i>Decommissioning</i> .....	5
2.1.3 Tantangan Proses <i>Decommissioning</i> FPSO.....	6
2.2 <i>Floating Production Storage and Offloading</i> (FPSO).....	6
2.3 <i>Electrical Switchgear Module (E-House)</i> .....	8
2.3.1 <i>E-House</i> dalam Konteks FPSO .....	8
2.3.2 Pengangkutan dan Instalasi di FPSO.....	9
2.4 <i>Lifting</i> .....	9
2.4.1 Prinsip Dasar <i>Lifting Operation</i> .....	10
2.4.2 Peralatan <i>Lifting</i> .....	10
2.4.3 Prosedur <i>Lifting</i> .....	11
2.4.4 <i>Lift Plan Document</i> .....	11
2.5 Standar dan Regulasi .....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Rencana Desain .....	15

3.2 Data dan Sumber Data .....	15
3.3 Metode .....	16
3.3.1 Studi Literatur .....	16
3.3.2 Studi Lapangan.....	16
3.3.3 Perumusan Masalah.....	16
3.3.4 Pengumpulan Data .....	16
3.3.5 Perhitungan.....	17
3.3.6 Analisa dan Pembahasan .....	17
3.4 Variabel Penelitian.....	17
3.4.1 Variabel Bebas ( <i>Independent Variables</i> ).....	17
3.4.2 Variabel Terikat ( <i>Dependent Variables</i> ) .....	17
3.5 <i>Output</i> .....	17
3.6 Tempat Pelaksanaan .....	17
3.7 Flowchart Penelitian .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Data Awal dan Parameter <i>Lifting</i> .....	21
4.2 Perhitungan Beban <i>Lifting</i> .....	22
4.3 Analisis Distribusi Beban pada <i>Sling</i> .....	23
4.3.1 Perhitungan Gaya <i>Sling</i> .....	24
4.3.2 Analisis Hasil .....	24
4.3.3 Evaluasi terhadap Kapasitas <i>Sling</i> (WLL).....	25
4.3.4 Pembahasan Teknis .....	25
4.4 Evaluasi Kapasitas <i>Crane</i> .....	26
4.4.1 Evaluasi Skenario <i>Single Crane</i> .....	26
4.4.2 Evaluasi Skenario <i>Dual Crane</i> .....	27
4.4.3 Perbandingan dan Analisis .....	27
4.4.4 Implikasi terhadap Perancangan <i>Lifting</i> .....	28
4.5 Parameter Evaluasi Keselamatan <i>Lifting</i> .....	28
4.6 Perancangan dan Analisis Konfigurasi <i>Rigging</i> .....	29
4.6.1 Pengaruh Geometri <i>Rigging</i> dan Panjang <i>Sling</i> .....	29
4.6.2 Konfigurasi A – <i>Single Crane</i> dengan <i>Spreader Bar</i> .....	30
4.6.3 Konfigurasi B – <i>Dual Crane</i> tanpa <i>Spreader Bar</i> .....	30
4.6.4 Konfigurasi C – <i>Single Crane</i> tanpa <i>Spreader Bar</i> .....	31
4.6.5 Evaluasi dan Pemilihan Konfigurasi Optimal .....	31
4.7 Penentuan Kebutuhan dan Pemilihan <i>Crane</i> .....	33

4.7.1 Penentuan Total Beban <i>Lifting</i> .....	33
4.7.2 Pengaruh Geometri Objek terhadap Kebutuhan <i>Crane</i> .....	33
4.7.3 Penentuan Skenario Posisi <i>Crane</i> .....	34
4.7.4 Perhitungan Radius Kerja untuk Setiap Skenario.....	35
4.7.5 Evaluasi Kapasitas <i>Crane</i> .....	35
4.7.6 Simulasi Pemilihan <i>Crane</i> .....	36
4.7.7 Pemilihan Jenis <i>Crane</i> yang sesuai .....	37
4.7.8 Parameter Tambahan dalam Perhitungan <i>Lifting</i> .....	38
4.7.9 Pertimbangan Stabilitas <i>Crane</i> dan <i>Ground Bearing Pressure</i> .....	39
4.8 Perancangan dan Visualisasi <i>Lifting Plan</i> .....	41
4.8.1 Komponen Utama dalam <i>Lifting Plan</i> .....	41
4.8.2 <i>Layout</i> Posisi <i>Crane</i> dan Modul .....	41
4.8.3 Visualisasi <i>Konfigurasi Rigging</i> .....	42
4.8.4 Penentuan Radius dan Sudut <i>Sling</i> pada Gambar.....	43
4.9 Perumusan Metode Perhitungan <i>Lifting</i> Berbasis Parameter Modul .....	44
4.9.1 Konsep Dasar Metode .....	44
4.9.2 <i>Input Parameter</i> .....	44
4.9.3 Tahapan Perhitungan.....	45
4.9.4 <i>Output</i> Metode.....	45
4.9.5 Penerapan pada Berbagai Objek.....	46
4.9.6 Penerapan pada Objek Berbeda (Uji Fleksibilitas).....	47
4.9.7 Implementasi Metode dalam Aplikasi Berbasis Web.....	47
4.9.8 Evaluasi Metode .....	51
4.10 Rekomendasi <i>Konfigurasi Rigging</i> .....	52
4.10.1 Perhitungan Perbandingan 3 <i>Konfigurasi Rigging</i> .....	52
4.10.2 Interpretasi Hasil .....	54
4.10.3 Perbandingan <i>Konfigurasi</i> .....	54
4.10.4 Dasar Pemilihan <i>Konfigurasi</i> .....	54
4.10.5 <i>Konfigurasi Rekomendasi</i> .....	55
4.11 Pembahasan Teknis Hasil Penelitian .....	55
4.11.1 Pengaruh Geometri terhadap Sistem <i>Lifting</i> .....	56
4.11.2 Hubungan <i>Rigging</i> dengan Kapasitas <i>Crane</i> .....	56
4.11.3 Fleksibilitas Metode .....	56
4.11.4 Kontribusi Penelitian .....	57
BAB V KESIMPULAN.....	59

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Keterbatasan Penelitian .....	59
5.3 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN.....	63
BIODATA PENULIS .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Floating, Production, Storage, & Offloading .....	7
Gambar 2. 2 E-House Module .....	8
Gambar 2. 3 Proses Lifting .....	10
Gambar 2. 4 Lifting Plan.....	12
Gambar 3. 1 General Arrangement FPSO Ningaloo Vision .....	16
Gambar 4. 1 Diagram Crane Geometry .....	34
Gambar 4. 2 Analisis Lifting Plan.....	42
Gambar 4. 3 Konfigurasi Rigging.....	43
Gambar 4. 4 Website Menu Crane Database .....	48
Gambar 4. 5 Website Menu Input Parameter .....	49
Gambar 4. 6 Website Menu Calculation .....	50
Gambar 4. 7 Website Menu Evaluation .....	51
Gambar 4. 8 Konfigurasi Rigging Terbaik.....	55

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Principal Dimension FPSO Ningaloo Vision.....	15
Tabel 4. 1 Dimensi Modul E-House.....	22
Tabel 4. 2 Parameter Evaluasi Keselamatan Lifting .....	28
Tabel 4. 3 Konfigurasi Rigging - A.....	30
Tabel 4. 4 Konfigurasi Rigging - B.....	31
Tabel 4. 5 Konfigurasi Rigging - C.....	31
Tabel 4. 6 Skenario Geometri Crane.....	34
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Perhitungan .....	35
Tabel 4. 8 Referensi Kapasitas Crane .....	36
Tabel 4. 9 Rekap Evaluasi Crane .....	37
Tabel 4. 10 Parameter Dasar .....	52
Tabel 4. 11 Pemetaan Sudut Sling .....	53
Tabel 4. 12 Evaluasi Konfigurasi Rigging .....	54

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Syntax R Aplikasi Heavy Lifting Engineering Tools .....	63
<b>Lampiran 2</b> Buku Pedoman Aplikasi Berbasis Web untuk Perencanaan dan Penentuan Konfigurasi Rigging pada Operasi Heavy Lifting .....	74
<b>Lampiran 3</b> Luaran Hak Kekayaan Intelektual (HKI) Jenis Program Komputer .....	75
<b>Lampiran 4</b> Luaran Submit Paper Ilmiah (International Journal of Marine Engineering Innovation and Research).....	76
<b>Lampiran 5</b> Jurnal.....	77
<b>Lampiran 6</b> Turnitin .....	78

*“Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISTILAH

<i>Allowance</i>	: Penambahan beban dalam perhitungan untuk mengakomodasi ketidakpastian seperti toleransi berat, faktor dinamis, dan kondisi lapangan.
<i>Center of Gravity (CoG)</i>	: Titik pusat massa suatu benda di mana seluruh berat dianggap bekerja dan menjadi acuan utama dalam analisis keseimbangan saat <i>lifting</i> .
<i>Crane</i>	: Peralatan mekanis yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban berat dengan sistem <i>boom</i> , <i>sling</i> , dan <i>hook</i> .
<i>Crawler Crane</i>	: Jenis <i>crane</i> yang menggunakan <i>track</i> (rantai) sebagai alat gerak dan memiliki kapasitas besar untuk operasi <i>heavy lifting</i> .
<i>Decommissioning</i>	: Proses penghentian operasi serta pembongkaran fasilitas industri, khususnya pada struktur <i>offshore</i> seperti FPSO.
<i>Design Load (DL)</i>	: Beban rencana yang digunakan dalam perhitungan <i>lifting</i> , yang merupakan hasil penjumlahan antara berat aktual dan <i>allowance</i> .
<i>Single Crane Lifting</i>	: Metode pengangkatan yang menggunakan satu <i>crane</i> untuk mengangkat seluruh beban.
<i>Dual Crane Lifting</i>	: Metode pengangkatan yang menggunakan dua <i>crane</i> secara bersamaan untuk mengangkat satu beban.
<i>Electrical Switchgear Module</i>	: Modul kelistrikan berbentuk kontainer yang berisi peralatan distribusi listrik seperti <i>switchgear</i> , panel kontrol, dan sistem proteksi.
<i>FPSO</i>	: Unit terapung yang digunakan untuk memproduksi, menyimpan, dan menyalurkan minyak dan gas di lepas pantai.
<i>Heavy Lifting</i>	: Proses pengangkatan beban dengan kapasitas besar yang memerlukan perencanaan teknis khusus dan peralatan berkapasitas tinggi.
<i>Lifting Plan</i>	: Dokumen teknis yang memuat prosedur, perhitungan, serta konfigurasi alat dalam suatu operasi pengangkatan.
<i>Load Chart</i>	: Diagram kapasitas <i>crane</i> yang menunjukkan hubungan antara beban maksimum dengan radius kerja dan konfigurasi boom.
<i>Rigging</i>	: Sistem penghubung antara beban dan alat angkat yang terdiri dari <i>sling</i> , <i>shackle</i> , <i>hook</i> , dan komponen pendukung lainnya.
<i>Shackle</i>	: Komponen penghubung berbentuk U yang digunakan untuk mengaitkan <i>sling</i> dengan titik angkat atau peralatan <i>rigging</i> lainnya.
<i>Sling</i>	: Alat pengikat berupa kawat baja, rantai, atau serat sintetis yang digunakan untuk mengangkat beban.
<i>Sling Angle</i>	: Sudut yang terbentuk antara <i>sling</i> dengan garis vertikal yang mempengaruhi besar gaya tarik pada <i>sling</i> .
<i>Spreader Bar</i>	: Batang distribusi beban yang digunakan untuk menjaga sudut <i>sling</i> tetap kecil serta mendistribusikan beban secara merata.
<i>Working Load Limit (WLL)</i>	: Batas maksimum beban kerja yang diizinkan pada suatu peralatan <i>lifting</i> dalam kondisi operasi aman.
<i>Minimum Breaking Load (MBL)</i>	: Beban minimum yang menyebabkan suatu komponen mengalami kegagalan atau putus.
<i>Safety Factor (SF)</i>	: Perbandingan antara kapasitas maksimum material atau alat dengan beban kerja yang diizinkan sebagai <i>margin</i> keamanan tertentu.